

PENGARUH PROSES ALKALISASI TERHADAP KADAR FENOLIK TOTAL PADA BUBUK KAKAO: KAJIAN META-ANALISIS

JESSICA ANANTO



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Proses Alkalisasi terhadap Kadar Fenolik Total pada Bubuk Kakao: Kajian Meta-Analisis” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Tangerang, Juli 2026

Jessica Ananto
F2401221057

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



ABSTRAK

JESSICA ANANTO. Pengaruh Proses Alkalisasi terhadap Kadar Fenolik Total pada Bubuk Kakao: Kajian Meta-Analisis. Dibimbing oleh ENDANG PRANGDIMURTI dan DIDAH NUR FARIDAH.

Pada tahapan pengolahan kakao, proses alkalisasi memengaruhi kadar fenolik total. Penelitian meta-analisis ini bertujuan menganalisis pengaruh tingkat alkalisasi terhadap kadar fenolik total bubuk kakao. Berdasarkan kriteria inklusi, terpilih 8 artikel dengan 32 studi. *Effect size* dikalkulasi berdasarkan analisis *Standardized Mean Difference* (SMD) metode Hedges'd dengan interval kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan proses alkalisasi memberikan efek penurunan kadar fenolik total kakao secara konsisten (SMD: -7.42; 95% CI: -9.94; -4.92) dan signifikan ($p\text{-value} < 0.05$) dengan heterogenitas tinggi antarstudi ($I^2=71.8\%$) menandakan intervensi variabel moderator. Analisis subgrup tingkat alkalisasi menunjukkan perlakuan setiap tingkat alkalisasi memberikan efek yang konsisten dan signifikan, yakni *light* (SMD: -5.00; 95% CI: -9.16; -0.85; $p\text{-value} < 0.0001$), *medium* (SMD: -13.23; 95% CI: -30.58; -4.12; $p\text{-value} = 0.0008$), dan *dark* (SMD: -16.18; 95% CI: -34.63; -2.27; $p\text{-value} = 0.0136$). Hasil uji one-way ANOVA mengindikasikan peningkatan tingkat alkalisasi dari *medium* ke *dark* tidak menghasilkan perbedaan efek yang signifikan secara statistik. Negara manufaktur bubuk kakao dipertimbangkan sebagai variabel moderator, menunjukkan Indonesia (SMD: -109.72; 95% CI: -254.55; -35.11; $p\text{-value} = 0.0041$) dan Kamerun (SMD: -6.57; 95% CI: -11.07; -2.07; $p\text{-value} = 0.0326$) secara berurutan memberikan efek penurunan terbesar dan terendah secara signifikan. Hasil tersebut konsisten dengan uji one-way ANOVA menunjukkan perbedaan nyata antara kelompok negara dengan tingkat penurunan terendah dan tertinggi, khususnya antara Kamerun (subset A) dengan Indonesia (subset C). Penelitian meta-analisis ini didukung hasil *robust* dan stabil dari bias dengan uji *Rosenthal's Fail-safe Number*, yakni nilai fail-safe N melebihi nilai batas minimum $5N+10$ dan hasil *Egger's test* nilai $p > 0.05$ mengonfirmasi tidak ada bukti signifikan *funnel plot* asimetris sebagai tanda minim bias publikasi.

Kata kunci: bubuk kakao, kadar fenolik total, meta-analisis, negara manufaktur, tingkat alkalisasi

ABSTRACT

JESSICA ANANTO. The Effect of Alkalization Process on Total Phenolic Content Cocoa Powder: A Meta-Analysis Study. Supervised by ENDANG PRANGDIMURTI and DIDAH NUR FARIDAH.

During cocoa processing, alkalization affects the phenolic content of cocoa. This meta-analysis aimed to evaluate the effects of alkalization on total phenolic content. Based on the inclusion criteria, 8 articles comprising 32 studies were selected. Effect sizes were calculated using the Standardized Mean Difference (SMD) method with Hedges'd with a 95% confidence interval. The results demonstrated that the alkalization process consistently and significantly reduced cocoa polyphenol content (SMD: -7.42; 95% CI: -9.94 to -4.91; p -value < 0.05), with high heterogeneity among studies (I^2 = 71.8%), indicating the influence of moderator variables. Subgroup analysis based on alkalization level showed that each alkalization treatment produced a consistent and significant reduction effect, including light (SMD: -5.00; 95% CI: -9.16 to -0.85; p -value < 0.0001), medium (SMD: -13.23; 95% CI: -30.58 to -4.12; p -value = 0.0008), and dark (SMD: -16.18; 95% CI: -34.63 to -2.27; p -value = 0.0136). One-way ANOVA indicated the increase in alkalization level from medium to dark did not produce a statistically significant difference in effect. The cocoa-manufacturing country was also considered as a moderator variable, with Indonesia (SMD: -109.72; 95% CI: -254.55 to -35.11; p -value = 0.0041) and Cameroon (SMD: -6.57; 95% CI: -11.07 to -2.07; p -value = 0.0326) showing consistent and significant reduction effects. One-way ANOVA results revealed significant differences among country groups with the lowest and highest reduction levels, particularly between Cameroon (subset A) and Indonesia (subset C). The findings were further supported by robust and stable results from Rosenthal's Fail-safe Number analysis, where the fail-safe N exceeded the minimum threshold value of $5N+10$. In addition, Egger's test produced a p -value > 0.05, confirming no significant evidence of asymmetric funnel plot visualization which indicating minimal publication bias.

Keywords: alkalization level, cocoa powder, manufacturing country, meta-analysis, total phenolics content



© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PENGARUH PROSES ALKALISASI TERHADAP KADAR FENOLIK TOTAL BUBUK KAKAO: KAJIAN META ANALISIS

JESSICA ANANTO

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknologi Pangan

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Ing. Dase Hunaefi, S.T.P., M.Food.St

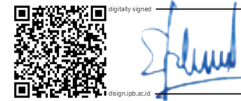
Judul Skripsi : Pengaruh Proses Alkalisasi terhadap Kadar Fenolik Total
Bubuk Kakao: Kajian Meta Analisis

Nama : Jessica Ananto
NIM : F2401221057

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Endang Prangdimurti, M. Si.
NIP. 196807231992032001



Pembimbing 2:

Prof. Dr. Didah Nur Faridah, S.T.P., M.Si.
NIP. 197111171998022001



Diketahui oleh

Ketua Program Studi Teknologi Pangan:

Dr. Ing. Dase Hunaefi, S.T.P., M.Food.St
NIP. 197912082005011003



Tanggal Ujian:
4 Juni 2026

Tanggal Lulus:
2 Juli 2026

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Topik terpilih pada penelitian ini mulai dilaksanakan sejak bulan September 2025 sampai bulan Juli 2026, yakni Pengaruh Proses Alkalisasi terhadap Kadar Fenolik Total Bubuk Kakao: Kajian Meta Analisis. Penulis berbesar hati mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendoakan dan membantu selama studi dan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Endang Prangdimurti, M. Si. sebagai dosen pembimbing pertama dan Ibu Prof. Dr. Didah Nur Faridah, S.T.P., M.Si. sebagai dosen pembimbing kedua untuk segala waktu, dukungan, bimbingan yang berharga terhadap penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Ing. Dase Hunaefi, S.T.P., M.Food.St sebagai dosen penguji yang telah bersedia menguji serta memberikan masukan untuk perbaikan penyusunan skripsi ini.
3. Orang tua penulis, yakni Mama dan Papa, serta Adik penulis Henry, untuk segala doa, kepercayaan, dan kasih, yang senantiasa mendukung dan mendoakan kelancaran studi dan penulisan skripsi ini.
4. Teman-teman ITP 59 (khususnya kelas pararel K3) untuk setiap kebersamaan dan kehangatan bersama.
5. Teman-teman PPKU ST30, KMB IPB, Tim KKN-T Desa Cidadap, Pipiltin Cocoa, dan teman-teman terdekat lainnya yang penulis belum dapat sebutkan satu-satu untuk seluruh kasih dan semangat pada hari-hari penulis.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Tangerang, Juli 2026

Jessica Ananto

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Kakao.....	4
2.2 Bubuk Kakao.....	5
2.3 Proses Alkalisasi.....	5
2.4 Kadar Fenolik Total Kakao.....	6
2.5 Meta-Analisis.....	8
2.6 Analisis Varian (ANOVA).....	10
III METODE.....	11
3.1 Waktu dan Tempat.....	11
3.2 Alat dan Bahan.....	11
3.3 Analisis Data Meta Analisis.....	11
3.4 Analisis Data Varian (ANOVA).....	16
IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Pengumpulan dan Pemilihan Artikel.....	19
4.2 Analisis Bias Publikasi.....	21
4.3 Analisis <i>Overall Effect Size</i>	23
4.4 Analisis Subgrup Tingkat Alkalisasi.....	27
4.5 Analisis Varian (ANOVA) Tingkat Alkalisasi.....	31
4.6 Analisis Subgrup Negara Manufaktur Bubuk Kakao.....	35
4.7 Analisis Varian (ANOVA) Negara Manufaktur Bubuk Kakao.....	39
V SIMPULAN DAN SARAN.....	45
4.1 Simpulan.....	45
4.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46
RIWAYAT HIDUP.....	55



DAFTAR TABEL

1	Tabulasi identitas artikel meta-analisis.....	20
2	Hasil uji Rosenthal's Fail-safe Number (FSN).....	22
3	Hasil uji <i>Egger's Test</i>	23
4	Analisis subgrup tingkat alkalisasi.....	28
5	Uji normalitas tingkat alkalisasi.....	32
6	Uji homogenitas tingkat alkalisasi.....	32
7	Hasil ANOVA tingkat alkalisasi.....	33
8	Hasil post hoc Tukey HSD tingkat alkalisasi.....	34
9	Hasil subset post hoc Tukey HSD tingkat alkalisasi.....	34
10	Perbandingan hasil meta analisis dan post hoc Tukey HSD tingkat alkalisasi.....	34
11	Analisis subgrup negara manufaktur bubuk kakao.....	35
12	Uji normalitas negara manufaktur bubuk kakao.....	40
13	Uji homogenitas negara manufaktur bubuk kakao.....	40
14	Hasil ANOVA negara manufaktur bubuk kakao.....	41
15	Hasil post hoc Tukey HSD negara manufaktur bubuk kakao.....	42
16	Hasil subset Tukey HSD negara manufaktur bubuk kakao.....	42
17	Perbandingan hasil meta analisis dan post hoc Tukey HSD negara manufaktur bubuk kakao.....	43

DAFTAR GAMBAR

1	Klasifikasi senyawa fenolik berdasarkan jumlah sub-unit fenol, hierarki monomer, dan polimer (Wardiana 2014).....	6
2	Senyawa fenolik dominan pada kakao, yakni epikatekin dan katekin dalam bentuk pasangan enansiomer ((+)- dan (-)-) (Binello <i>et al.</i> 2026).....	7
3	Contoh aplikasi penyaringan literatur melalui diagram alir PRISMA (Tawfik <i>et al.</i> 2019).....	8
4	Contoh <i>forest plot</i> pada enam penelitian (Tawfik <i>et al.</i> 2019).....	9
5	Hasil penyaringan literatur melalui diagram alir PRISMA.....	19
6	Diagram <i>funnel plot</i> studi	23
7	<i>Forest plot overall effect size</i>	24
8	Perubahan senyawa pada proses alkalisasi: a) epimerisasi senyawa (-)- epikatekin menjadi (-)- katekin; b) penyusunan kembali katekin dan epikatekin menjadi asam katekinat dan asam epikatekinat; c) pembentukan senyawa bentuk radikal dari asam 6'-hidroksikatekin; d) turunan xanthenokatekin (Binello <i>et al.</i> 2026).....	26
9	Forest plot analisis subgrup tingkat alkalisasi <i>dark</i> (pH >7.2) (a), <i>light</i> (pH 6-7.2) (b), dan <i>medium</i> (pH 7.2-7.6) (c).....	27
10	Alur pemrosesan kakao dengan titik pemrosesan yang diketahui menurunkan kadar polifenol (Leong <i>et al.</i> 2024).....	29
11	Perbandingan suhu udara rata-rata tahunan negara Indonesia dan Kamerun (Statbase 2026).....	37
12	<i>Forest plot</i> analisis subgrup negara manufaktur Belanda, Cina, Filipina, Ghana, Indonesia, Jerman, Kamerun, dan Turki.....	38





@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.